

(43)Date of publication of application : 03.02.1995

(51)Int.Cl.	F02P 5/152
	F02D 41/18
	F02D 41/36
	F02D 43/00
	F02D 45/00
	F02D 45/00
	F02D 45/00
	F02P 5/153

(21)Application number : 05-156942 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
(22)Date of filing : 28.06.1993 (72)Inventor : IZUMI AKIRA
SUKAI MASAKAZU
INOUE HITOSHI
NISHIYAMA RYOJI
KATASHIBA HIDEAKI

```

graph LR
    JMS[JMS] -- M1 --> M1[クラフ句 抽出手段]
    M1 -- M3 --> M3[正句 抽出手段]
    M1 -- M6 --> M6[二語句 比較 抽出手段]
    M3 -- M9 --> M9[主従比 調整手段]
    M6 -- M5 --> M5[主従関係 演算手段]
    M9 -- M10 --> M10[主従判定 調整手段]
    M5 -- M8 --> M8[演算 調整手段]
    M10 -- M7 --> M7[主従関係 抽出手段]
    M8 -- M7 --> M7
    M7 --> JMS
  
```

output from the controller M8, thereby adjusting an air-fuel ratio of each cylinder. An ignition timing adjustor M10 adjusts an ignition timing of each cylinder of the engine M1 on the basis of an ignition timing control signal output from the controller M8.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3237316

[Date of registration] 05.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The engine which has two or more gas columns, and a crank angle detection means to detect the predetermined crank angle of these engines, A cylinder internal pressure detection means to detect the cylinder internal pressure of each of said gas column based on the output signal of this crank angle detection means, A pressure normalization means to normalize with the cylinder internal pressure in the predetermined reference state which was able to ask for this cylinder internal pressure beforehand, A means to calculate the value corresponding to the restoration air content for every gas column from the cylinder internal pressure normalized with the engine-speed detection means, and the engine speed called for by this engine-speed detection means and said pressure normalization means, An operational status detection means to detect the value calculated with this means, and said engine speed as operational status, The operation control means which calculates independently the air-fuel ratio and ignition timing for every gas column based on this operational status, The engine control system which comes to have the air-fuel ratio adjustment device which adjusts an engine air-fuel ratio based on the air-fuel ratio called for by this operation control means, and an ignition timing adjustment means to adjust engine ignition timing based on the ignition timing called for by this operation control means.

[Claim 2] The engine control system by which the engine control system according to claim 1 was equipped with a crank angle detection means for gas column discernment to generate the signal which identifies the number of an ignition gas column further.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] It faces that this invention performs engine Air Fuel Ratio Control and ignition timing control, and is related with the engine control system which calculates and controls the combustion injection quantity, fuel injection timing, and ignition timing from the pressure (it is hereafter described as cylinder internal pressure) of a combustion chamber.

[0002]

[Description of the Prior Art] The inhalation air content to an engine is computed by detecting the pressure of an engine's combustion chamber from the former, and the engine control which asks for fuel oil consumption or ignition timing based on this is thought out. The configuration of the engine control system which calculates fuel oil consumption from this cylinder internal pressure is indicated by JP,1-253543,A, and shows this to drawing 12. In drawing 12, 61 is an engine and the detection section of a sensor 63 is exposed by cylinder head 61a whenever [cylinder internal pressure sensor 62 and cylinder internal temperature] in the combustion chamber of the above-mentioned gas column.

[0003] Moreover, the injector 64 is arranged at suction-port 61b which is open for free passage in each gas column of the above-mentioned engine 61, and this suction-port 61b is further opened for free passage by the throttle chamber 66 through the inlet manifold 65. The upstream of this throttle chamber 66 is opened for free passage by the air cleaner 68 through the inlet pipe 67. Moreover, the timing sensor (crank angle sensor) 610 which detects the crank angle to which each gas column was set beforehand is prepared for the distributor 691 connected [cam shaft / which the above-mentioned engine 61 does not illustrate].

[0004] On the other hand, the air-fuel ratio sensor 611 is arranged at the unification section of the exhaust manifold 69 which is open for free passage to exhaust air port 61c of the above-mentioned engine 61. 612 is a catalytic converter and 613 is a throttle valve. It consists of microcomputers (henceforth a microcomputer) which 614 is a control unit (it is hereafter described as ECU), for example, consist of CPU, a ROM, a RAM input interface, etc., and the sensor 63, the timing sensor 610, and the air-fuel ratio sensor 611 are connected to the input side of this ECU614 whenever [above-mentioned cylinder internal pressure sensor 62 and cylinder internal temperature].

Furthermore, the above-mentioned injector 64 is connected to the output side of this ECU614 through the drive circuit 616. Moreover, 615 is an ignition plug, is arranged at cylinder head 61a, and is connected to the output side of ECU614 mentioned above through the drive circuit 617.

[0005] Next, the inhalation air content calculation technique is explained. The operation of the inhalation air content Ga for every gas column in ECU614 mentioned above is performed by for example, the degree type.

$$Ga = (PxV)/(RxT)$$

Here, P judges whenever [predetermined crank angle / to which it was beforehand set in the compression stroke of each gas column based on the timing sensor 610] (for example, it is hereafter described in addition as 90 BTDC(s) 90 degrees in front of a top dead center on the basis of a top dead center TDC), and is the cylinder internal pressure of whenever [this crank angle]. V is the combustion chamber content volume of whenever [this predetermined crank angle], and it is the gas temperature in a cylinder which measured R with the gas constant in a compression stroke, and

measured T by the sensor whenever [cylinder internal temperature]. Since according to the place indicated by this official report effect by the intake-air temperature in a cylinder cannot be amended only from cylinder internal pressure when calculating an inhalation air content from cylinder internal pressure, it is having also used the intake-air temperature in a cylinder as the element of inhalation air content calculation.

[0006] On the other hand, with the above, the thing of the type which differed in the inhalation air content computing method exists as an engine control system which calculates an inhalation air content based on cylinder internal pressure. For example, if according to JP,59-221433,A the cylinder internal pressure difference in 40 degrees (40 BTDC(s)) is set to ΔP in front of a compression bottom dead point (BDC) and a compression top dead center as shown in drawing 13, a linear function as indicated to be the restoration air content G_a to an engine and cylinder internal pressure difference ΔP to drawing 14 will be materialized. Based on this relation, the approach of computing an inhalation air content from cylinder internal pressure difference ΔP in the predetermined crank angle of two points in a compression stroke is indicated. Unlike the thing of above-mentioned JP,1-253543,A, it is not necessary to refer to the intake-air temperature in a cylinder in the thing of this official report.

[0007] Moreover, according to JP,60-47836,A, there is also a method of finding fuel injection duration on the two-dimensional map table of the fuel injection duration which made the parameter the above-mentioned cylinder internal pressure difference-of-quantity ΔP and engine-speed N and which was beforehand memorized in ROM of ECU. According to this approach, it can compensate that a restoration air content changes with various engine speeds also with the same cylinder internal pressure. Calculation of the restoration air content of the above engines is performed by ECU614. Based on this air content calculation result, fuel-injection pulse width is computed by the bottom formula.

$T_i = K \times G_a \times K_{FB} \times K_e$ -- here, K is a correction factor which an air-fuel ratio constant and KFB are based on the amount of air-fuel ratio feedback amendments, and K_e is based on a sensor or a cooling coolant temperature sensor whenever [cylinder internal temperature], and amends fuel-injection pulse width.

[0008] Furthermore, according to JP,59-103965,A, the absolute value of cylinder internal pressure is measured at 40 degrees (40 ABDC(s)) behind a bottom dead point, the two-dimensional map of the ignition timing beforehand set not only in fuel oil consumption for every operational status, respectively determined by the cylinder internal pressure value and the engine speed determines ignition timing by ECU, delivery and an ignition coil are driven for a signal in a drive circuit, and ignition timing is controlled.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the conventional engine control system is constituted as mentioned above, in order to detect an inhalation air content using the cylinder internal pressure in the predetermined crank angle in a compression stroke period, or the cylinder internal pressure difference in the crank angle of two points, when the engine operating point changed, there was a trouble that detection precision fell and the Air Fuel Ratio Control precision and ignition timing control precision fell by this by pressure pulsation of inhalation air. Moreover, since the above-mentioned fuel-injection control and ignition timing control were performed by putting all gas columns in block, when the air content with which constraint of an inhalation air duct is filled up for every gas column changed, there were troubles, like dispersion in the air-fuel ratio between each gas column becomes large.

[0010] It was made in order that this invention might solve the above troubles, when the engine operating point changes, the air content with which each gas column is filled up is detected with a sufficient precision, and it aims at obtaining the engine control system which can control independently an air-fuel ratio and ignition timing for every gas column with high precision.

[0011]

[Means for Solving the Problem] A crank angle detection means to detect the predetermined crank angle of the engine which has two or more gas columns, and these engines in this invention, A cylinder internal pressure detection means to detect the cylinder internal pressure of each of said gas column based on the output signal of this crank angle detection means, A pressure normalization

means to normalize with the cylinder internal pressure in the predetermined reference state which was able to ask for this cylinder internal pressure beforehand, A means to calculate the value corresponding to the restoration air content for every gas column from the cylinder internal pressure normalized with the engine-speed detection means, and the engine speed called for by this engine-speed detection means and said pressure normalization means, An operational status detection means to detect the value calculated with this means, and said engine speed as operational status, The operation control means which calculates independently the air-fuel ratio and ignition timing for every gas column based on this operational status, The above-mentioned technical problem is solved by the engine control system which comes to have the air-fuel ratio adjustment device which adjusts an air-fuel ratio to an engine based on the air-fuel ratio called for by this operation control means, and an ignition timing adjustment means to adjust engine ignition timing based on the ignition timing called for by this operation control means.

[0012]

[Function] Based on the predetermined crank angle detected by the crank angle detection means in two or more engines, a cylinder internal pressure detection means detects the cylinder internal pressure of each gas column. Even when the engine operating point changes by normalizing this cylinder internal pressure for every gas column using the cylinder internal pressure value in an engine predetermined normal condition or change arises in a restoration air content for every gas column, a fitness cylinder internal pressure value is acquired. The value corresponding to the restoration air content for every gas column is calculated from this cylinder internal pressure and engine speed that it normalized. And the value corresponding to this restoration air content and said engine speed are recognized as operational status, an air-fuel ratio and ignition timing are calculated independently for every gas column by the operation control means based on this operational status, and while an air-fuel ratio adjustment device adjusts an air-fuel ratio based on the result obtained by this, an ignition timing adjustment means adjusts ignition timing.

[0013]

[Example]

One example of this invention is explained about drawing below example 1. The engine with which M1 has two or more gas columns in drawing 1 , a crank angle detection means by which M2 detects the crank angle of this engine M1, A pressure detection means for M3 to be connected to each combustion chamber of an engine M1, and to measure the cylinder internal pressure in the predetermined crank angle of each gas column based on the output signal of a crank angle detection means, A pressure normalization means to normalize the pressure which measured M4 with this pressure detection means M3 with the criteria cylinder internal pressure obtained by the reference state of an engine M1, An engine-speed detection means for M6 to be connected to the crank angle detection means M2, and to detect the engine speed of an engine M1 based on the output signal of this crank angle detection means M2, The charging-efficiency operation means which carries out operation calculation of the air content with which M5 is filled up into each gas column of an engine M1 based on the output signal of the pressure normalization means M4 and the engine-speed detection means M6, M7 is connected to this engine-speed detection means M6 and the charging-efficiency operation means M5. An operational status detection means to detect the operational status of an engine M1 based on the output signal of a both-hands stage, The operation control means to which M8 carries out operation control of the air-fuel ratio and ignition timing for every gas column of an engine M1 based on the output signal of this operational status detection means M7 and the charging-efficiency operation means M5, The air-fuel ratio adjustment device which M9 adjusts the fuel oil consumption of an engine M1 based on the Air Fuel Ratio Control signal of this operation control means M8, and adjusts an air-fuel ratio for every gas column, and M10 are ignition timing adjustment means to adjust the ignition timing for every gas column of an engine M1 based on the ignition timing control signal of the operation control means M8.

[0014] Drawing 2 is the block diagram showing one example of this invention that materialized drawing 1 . In drawing, 1 is an engine and has illustrated the case of the 4-cylinder which has gas column #1, #2, #3, and #4. The cylinder internal pressure sensor 8 and the ignition plug 9 are arranged in each gas column by the cylinder head 2, and the detection section of this cylinder internal pressure sensor 8 is opened for free passage by the combustion chamber of the above-

mentioned gas column. Moreover, the injector 7 is arranged in the suction port which is open for free passage in each gas column of the above-mentioned engine 1, and this suction port is further opened for free passage by the throttle body 5 through the inlet manifold 4. The throttle valve 6 is arranged in this throttle body 5. Moreover, the crank angle sensor 10 which detects the crank angle by which each gas column was beforehand set as the crankshaft which the above-mentioned engine 1 does not illustrate is formed. The crank angle sensor 10 outputs a unit include-angle signal for every (every [for example,] degree) unit include angle of a crank angle.

[0015] On the other hand, the air-fuel ratio sensor 12 is arranged at the exhaust manifold 3. Moreover, the crank angle sensor 11 for gas column discernment interlocked with the cam shaft which is not illustrated in the cylinder head 2 is arranged. This crank angle sensor 11 generates a gas column recognition signal and the ignition periodic signal for ignition control for every criteria location of a crank angle. 13 consists of output interface (it describes as output I/F hereafter) 16 grades which are the ECUs as a control means, for example, drive an ignition plug 9 through the microcomputer 14 which has CPU, ROM, RAM, an A/D converter, I/O, etc., the input interface (it is hereafter described as input I/F) 15 which consists of a cylinder internal-pressure signal input circuit which amplifies the output signal of the cylinder internal-pressure sensor 8, and is transmitted to A/D ***** of a microcomputer, and an injector 7 and the ignition coil which is not illustrated. The above-mentioned cylinder internal pressure sensor 8, the crank angle sensors 10 and 11, and the air-fuel ratio sensor 12 are inputted into this ECU13, a predetermined operation is performed based on this input signal, operational status is detected, a fuel-injection signal and an ignition signal are outputted to an injector 7 and an ignition plug 9 through output I/F16 of ECU13, and an air-fuel ratio and ignition timing are controlled.

[0016] The cylinder internal pressure sensor 8 which detects the pressure of the combustion chamber of this one example, and its attachment situation are shown in drawing 3 . Drawing 3 is the sectional view of an engine 1, and gives the same sign to the same part as above-mentioned drawing 2 in this drawing. In this drawing 3 , for 2, as for a cylinder block and 23, the cylinder head and 21 are [a piston and 8] cylinder internal pressure sensors, and the cylinder block 21 is equipped with these. Moreover, 26 is the pressure detecting element of the cylinder internal pressure sensor 8, it is exposed to the connecting part 25 which is open for free passage to the engine combustion chamber 24, and it is constituted so that the output proportional to a firing pressure may be generated. It connects with the pressure sensing element which is not illustrated through the silicone oil enclosed for example, in metal diaphragm, and this pressure detecting element 26 measures cylinder internal pressure. A piezoelectric device etc. may be used although the semiconductor pressure sensor is used as this pressure sensing element.

[0017] Next, the air-fuel ratio in this invention and the control principle of ignition timing are explained. Whenever [crank angle / of 4 stroke cycle 4-cylinder engine], and the relation of cylinder internal pressure are shown in drawing 4 . Here, A of this drawing is the cylinder internal pressure in engine-speed 1500rpm and pressure-of-induction-pipe force-300mmHg. Moreover, B shows the case of engine-speed 1500rpm and pressure-of-induction-pipe force-400mmHg. theta1 and theta2 are whenever [predetermined / in a compression stroke / crank angle], and theta 1 is 90 BTDC(s) in whenever [crank angle / after an inlet valve closes]. theta 2 is 40 BTDC(s) in whenever [front crank angle] rather than it lights a fuel. Cylinder internal pressure [in / for the cylinder internal pressure in theta 1 / P1 and theta2] is set to P2 whenever [crank angle], and a bottom type defines cylinder internal pressure difference deltaP for the two above-mentioned points.

$\text{deltaP} = P2 - P1$ (formula 1)

This cylinder internal pressure difference deltaP and the restoration air content Ga are in linear relation as shown in drawing 14 .

[0018] Moreover, suppose that the restoration air content Ga is transposed to a charging efficiency Ce, and is dealt with in the following explanation. A charging efficiency is a value asked for the weight of the air which made the denominator weight when filling up with air in an engine cylinder in standard condition (for example, one atmospheric pressure, 0 degree C), and was filled up with actual operational status into the cylinder as a molecule. This charging efficiency Ce and cylinder internal pressure difference deltaP have linear relation. Therefore, a charging efficiency Ce can be searched for by measuring cylinder internal pressure difference deltaP. However, since dispersion

was produced in a charging efficiency C_e or the absolute-pressure value was used for it, if engine speeds differ even if it is the same cylinder internal pressure difference ΔP , as shown in drawing 5, when each proofreading of the cylinder internal pressure sensor with which each gas column is equipped was inaccurate, there was a problem of the accuracy of measurement of a charging efficiency C_e falling.

[0019] So, in this invention, an engine criteria load is defined for every engine speed (for example, when the pressure-of-induction-pipe force is -300mmHg), and this is made into normalization operational status. Subsequently, an engine is beforehand operated by this normalization operational status, and criteria cylinder internal pressure difference ΔP_o and the criteria charging efficiency C_{e_o} are measured and searched for. And cylinder internal pressure difference ΔP and the charging efficiency C_e in the operational status of arbitration are normalized, respectively with the above-mentioned criteria cylinder internal pressure difference ΔP_o and the criteria charging efficiency C_{e_o} , and the relation of a function is obtained temporarily which is shown in drawing 6. The normalization charging efficiency (C_e/C_{e_o}) in the operational status of this arbitration can be expressed with the linear function using constants a and b like a bottom type.

$(C_e/C_{e_o}) = ax(\Delta P/\Delta P_o) + b$ (formula 2)

Multipliers a and b change a service condition with the value beforehand calculated on an experiment based on cylinder internal pressure difference ΔP and an engine speed, search for cylinder internal pressure difference ΔP and a charging efficiency C_e , and they should just carry out a ** value to normalization criteria cylinder internal pressure difference ΔP_o in the predetermined operating point beforehand set for every engine speed with the least square method here using the normalization criteria charging efficiency C_{e_o} .

[0020] Next, actuation is explained. First, the relation between a crank angle sensor and cylinder internal pressure is explained. The pressure of each gas column and the signal of a crank angle sensor over the crank angle of 4 stroke 4-cylinder engine are shown in drawing 7 (a), (b), (c), and (d). this drawing (a) -- setting -- a continuous line -- the 1st of an engine 1 -- it is the pressure wave form of cylinder #1, and BDC is a bottom dead point and TDC is a top dead center. moreover, a broken line -- the 3rd -- cylinder #3 and an alternate long and short dash line -- the 2nd -- cylinder #2 and a two-dot chain line -- the 4th -- each of cylinder #4 -- it is a pressure wave form. As shown in drawing 7, in the 4-cylinder engine, the combustion cycle of each gas column has the phase contrast of 180 crank angles. in addition, drawing 7 -- setting -- the 1st -- although the pressure wave form of cylinder #1 has filled in the stroke of 1 cycle of inhalation, compression, explosion, and exhaust air continuously -- the 2nd -- cylinder #2 and the 3rd -- cylinder #3 and the 4th -- the pressure wave form of cylinder #4 indicates only the stroke of compression and explosion, and the stroke of inhalation and exhaust air is omitting the publication.

[0021] It corresponds to the ignition timing of gas column #1-#4. the crank angle sensor 11 is shown in drawing 7 (b) -- as -- each -- It is based on the location of 6 times ago as opposed to TDC. The period of 180 degrees For example, the ignition periodic signal distributed to the Low section (it is hereafter described as L) of 110 degrees, and the High section (it is hereafter described as H) of 70 degrees, The gas column recognition signal which generates H signal at the section corresponding to cylinder [1st] H section of the ignition periodic signal shown in this drawing (c), and identifies the number of an ignition gas column is generated. Moreover, the crank angle sensor 10 generates the unit angle signal which repeats L and H by turns for whenever [unit crank angle / every (every / for example, / degree)] as shown in this drawing (d).

[0022] Generally, ignition control controls energization of the ignition coil which is not illustrated here with reference to this gas column recognition signal and an ignition periodic signal, and lights each gas column. namely, the 1st -- if cylinder #1 is taken for an example, energization of an ignition coil will be started at 180 crank angles of drawing 7 (a) thru/or H section of the ignition periodic signal corresponding to the compression stroke in 360 degrees, energization of an ignition coil will be intercepted at predetermined ignition timing with reference to the ignition periodic signal which changes from H to L near the TDC, and the high voltage generated by this will be impressed and lit to an ignition plug 9.

[0023] Corresponding to this, as a continuous line shows to drawing 7 (a), cylinder internal pressure lights like 360 crank angles thru/or the explosion line in 540 degrees, and a firing pressure increases.

Hereafter, order-of-ignition #1 ->#3 ->#4 ->#2 and a combustion cycle are repeated a period 180 degrees similarly. Moreover, with reference to the timing which changes from L of the ignition periodic signal corresponding to zero crank angle of this drawing (a) thru/or the charging stroke in 180 degrees to H, fuel control outputs the valve-opening time amount signal corresponding to predetermined fuel oil consumption to an injector 7, injects a fuel, and adjusts an air-fuel ratio.

[0024] Next, the detection approach of the inhalation air content of each gas column and the control approach of an air-fuel ratio and ignition timing are explained. This example measures the pressure of two points in the compression stroke of each gas column, and detects an inhalation air content according to a gas column from the differential pressure. The operation flow chart of the microcomputer 14 in ECU13 is shown in drawing 8 R> 8 and drawing 9. Using the gas column recognition signal of the crank angle sensor 11, and the unit crank angle signal of the crank angle sensor 10, the crank angles θ_1 and θ_2 in the compression stroke of each gas column are identified, an interrupt signal generates the operation of an inhalation air content on a microcomputer 14 through input I/F15 of ECU13 in the crank angle θ_1 , the flow of drawing 8 is performed as an interrupt handler, and the flow of drawing 9 is similarly performed as interruption processing in the crank angle θ_2 .

[0025] First, if an engine 1 rotates and a crank angle reaches θ_1 (for example, 90 BTDC(s)), the flow of drawing 8 will be performed. In step S1, cylinder internal pressure P_{1j} in θ_1 is measured with the A/D converter in a microcomputer 14 through input I/F15 in the output of the cylinder internal pressure sensor 8. It is stored in memory $P_{1\#1}$ which was prepared in the memory in a microcomputer 14 for every gas column and which is not illustrated, $P_{1\#3}$, $P_{1\#4}$, and $P_{1\#2}$. Since the compression stroke of each gas column is periodically repeated by the phase contrast of 180 crank angles as the subscript j of P_1 is a gas column number (j=#1, #3, #4, #2) and drawing 7 explained here With reference to the gas column identification number of the crank angle sensor 10, the cylinder internal pressure sensor 8 corresponding to a gas column number is chosen, and A/D conversion of the cylinder internal pressure P_{1j} of θ_1 of each gas column is carried out, it is memorized by the sequential above-mentioned memory, and ends processing by this routine.

[0026] Subsequently, if a crank angle reaches θ_2 (for example, 40 BTDC(s)), the flow of drawing 9 will be performed, and in step S2, A/D conversion of the cylinder internal pressure P_{2j} in θ_2 is carried out like the flow of above-mentioned drawing 8 R> 8 corresponding to a gas column number. Next, it moves to step S4 and criteria cylinder internal pressure difference ΔP_{oj} and the criteria charging efficiency C_{ej} are read from the map table prepared in the memory in the microcomputer 14 shown in drawing 10. The axis of ordinate of this map table is classified with N_1 , N_2 , and N_3 -- corresponding to engine-speed N, and a storage setup of criteria cylinder internal pressure difference ΔP_{oj} and the criteria charging efficiency C_{ej} to which the axis of abscissa was set (for example, when the pressure-of-induction-pipe force is -300mmHg), and measured the criteria load by this operational status for every above-mentioned engine speed is carried out independently for every gas column. Here, engine-speed N is constituted so that the period of the predetermined include-angle section of the crank angle sensor 11 may be measured and computed using the timer in a microcomputer 14 in the procedure which is not illustrated, according to a rotational frequency, an axis of ordinate is searched from the above-mentioned table, and the lookup of the above-mentioned reference value corresponding to a current rotational frequency is carried out.

[0027] Next, it progresses to step S5 and a charging efficiency C_{ej} is computed using a bottom type. $C_{ej} = C_{ej} + a(\Delta P_{oj} / \Delta P_{oj} + b)$ (formula 4)

Here, the above-mentioned formula 4 transposes the criteria charging efficiency C_{eo} of a formula 2 mentioned above to the right-hand side, substitutes the multipliers a and b for which it asked in cylinder internal pressure difference ΔP_{oj} computed using the formula 3 at step S3, criteria cylinder internal pressure difference ΔP_{oj} in the normalization operational status read by step S4, and the criteria charging efficiency C_{ej} and an experiment, and computes a charging efficiency C_{ej} . Thus, operational status is judged using the computed charging efficiency C_{ej} and the rotational frequency N detected from the above-mentioned crank angle sensor, and it is used for the operation of the air-fuel ratio and ignition timing which are mentioned later.

[0028] Next, at step S6, the operation and storage of the valve-opening pulse width T_j of the injector

corresponding to fuel oil consumption are done using a degree type.

$T_j = K_i \times C_{ej} \times K_{af} \times K_e + T_d$ (formula 5)

The air-fuel ratio correction factor which the fuel discharge quantity transform coefficient of the injector from which K_i changes a charging efficiency C_e into the pulse width corresponding to the fuel oil consumption in theoretical air fuel ratio here, the charging efficiency for every gas column which calculated C_{ej} at step S5, and K_{af} are based on an air-fuel ratio correction factor, and K_e is based on the output of the air-fuel ratio sensor 12, and amends an air-fuel ratio, and T_d are injector actuation dead-time correction value beforehand defined to battery voltage.

[0029] Next, it progresses to step S7 and ignition timing θ_{taj} is read from the map table prepared in the memory in the microcomputer 14 shown in drawing 11. The axis of ordinate of this map table uses the charging efficiency C_e searched for at step S5, and is classified with C_{e1} , C_{e2} , and C_{e3} . Moreover, an axis of abscissa is engine-speed N , and is classified with N_1 , N_2 , and N_3 . A zone division is carried out in these partitions, and ignition timing θ_{taj} is assigned to Memory P (c, n) corresponding to each zone. Here, c and n are each segment number on the axis of ordinate of Memory P, and an axis of abscissa. From this map table, the lookup of the optimal ignition timing θ_{taj} is carried out, it is memorized according to the operational status of the engine 1 which becomes settled in engine-speed N and a charging efficiency C_{ej} , and processing is ended.

[0030] Thus, the valve-opening pulse width T_j of the injector 7 corresponding to the fuel oil consumption for every gas column corresponding to a gas column number and optimal ignition timing θ_{taj} are calculated and computed. In addition, as mentioned above, a microcomputer 14 refers to the gas column recognition signal and ignition periodic signal of the crank angle sensor 11 in the charging stroke of each gas column. While outputting the valve-opening time amount signal corresponding to the above-mentioned valve-opening pulse width T_j to an injector 7 through output I/F16, injecting a fuel and adjusting an air-fuel ratio in the compression stroke of each gas column, energization of the ignition coil which is not illustrated through output I/F16 at the time of the above-mentioned ignition timing θ_{taj} is intercepted, and the high voltage generated by this is impressed and lit to an ignition plug 9.

[0031] Although the cylinder internal pressure P_1 and P_2 in the crank angle of two points in a compression stroke was used in the example 2 above-mentioned example 1 when asking for cylinder internal pressure difference ΔP , the pressure corresponding to P_1 and P_2 may calculate the average of the predetermined crank angle section, may use the differential pressure of this average, eliminates disturbance, such as a noise, in this case, and can calculate a charging efficiency to stability.

Although the detection value of the charging efficiency which became independent for every gas column was used in the example 3 above-mentioned example 1, what gave the primary digital filter etc. may be used for the detection value for every gas column, and average statistics processing may be added.

Although it constituted from an example 4 above-mentioned example 1 so that the period between the predetermined include angles of a crank angle sensor might be measured as an engine-speed detection means, the period of the energization signal of an ignition coil etc. may be measured.

[0032] Although the charging efficiency was used in the example 5 above-mentioned example 1 when detecting a load as an item of engine operational status, the opening of a throttle valve, the pressure of an inlet pipe, etc. may be used.

Although it constituted from an example 6 above-mentioned example 1 so that an air-fuel ratio and ignition timing might be controlled independently for every gas column using the detection value of the charging efficiency independently measured for every gas column, an air-fuel ratio or ignition timing may be controlled using what equalized the charging efficiency of each gas column.

Furthermore, although the above-mentioned example explained the case of a 4-cylinder engine, without being limited to this, it can apply also like the engine of the other numbers of gas columns, and the same actuation as the above-mentioned example is carried out.

[0033]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since an air-fuel ratio and ignition timing are adjusted based on the cylinder internal pressure with which the detected cylinder internal pressure was normalized by the pressure normalization means according to this invention, even when an engine

operation condition changes, the fall of the detection precision of the value corresponding to a restoration air content can be prevented. Moreover, by being able to control an air-fuel ratio and ignition timing correctly [also when the air contents with which each gas column is filled up differ], as a result controlling an air-fuel ratio with high precision, since the value which is equivalent to a restoration air content for every gas column is detected and the air-fuel ratio and ignition timing for every gas column are controlled independently based on this, exhaust gas is always maintained at clarification, dispersion in the output between gas columns is eliminated, combustion efficiency is improved, and fuel consumption can be improved. Moreover, adjustment of identifying a gas column with the crank angle detection means for gas column discernment according to claim 2 then the air-fuel ratio which it became independent of for every above-mentioned gas column, and ignition timing becomes easy in this case.

[Translation done.]

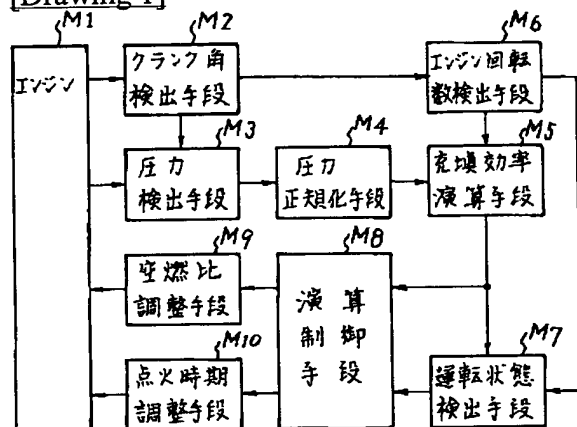
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

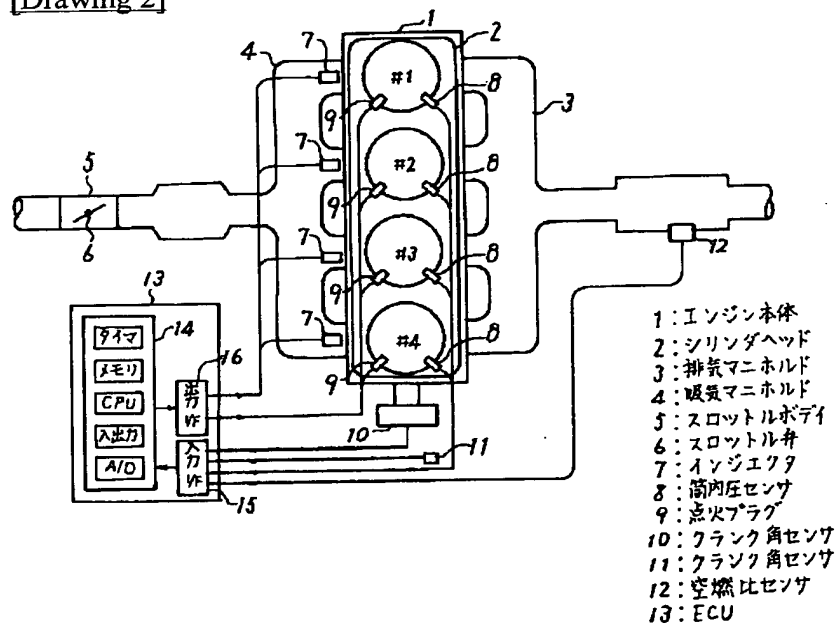
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

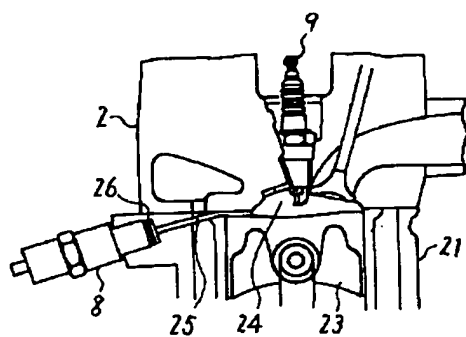
[Drawing 1]



[Drawing 2]

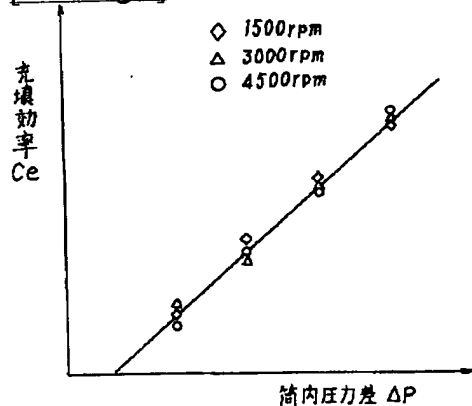


[Drawing 3]

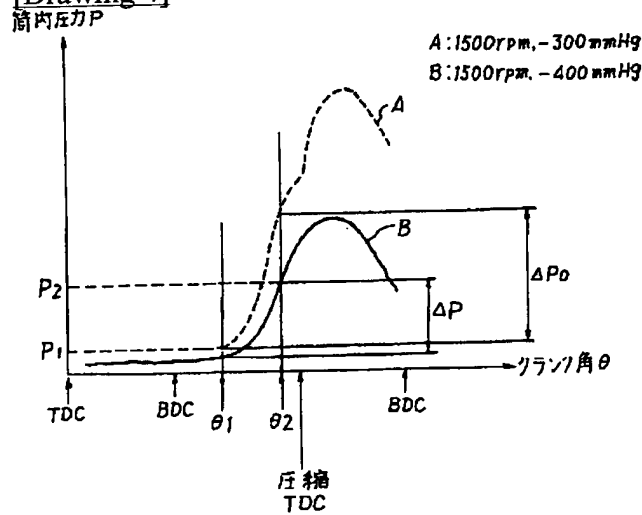


- 2: シリンダヘッド
 8: 筒内圧センサ
 9: 点火プラグ
 21: シリンダブロック
 23: ピストン
 24: エンジンの燃焼室
 25: 連圧部
 26: 圧力検出部

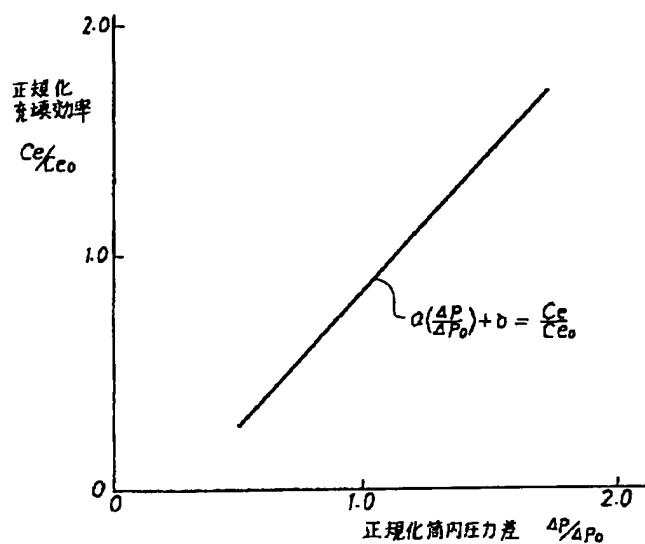
[Drawing 5]



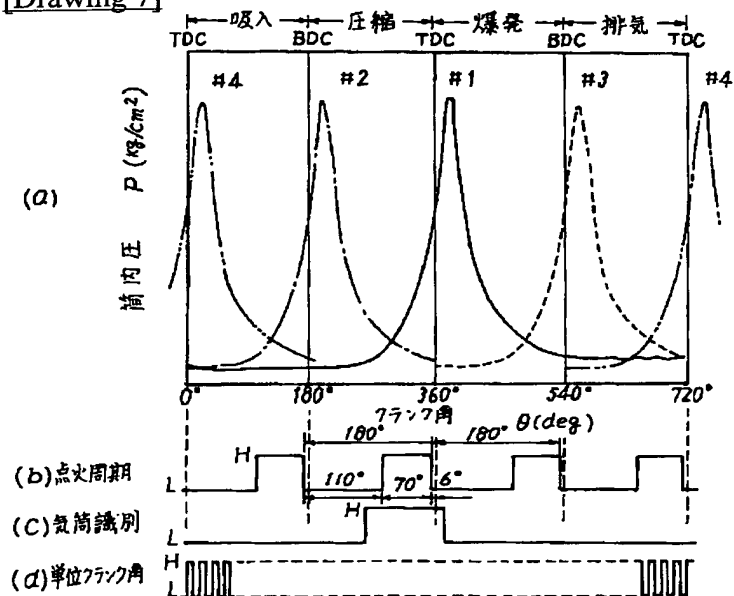
[Drawing 4]



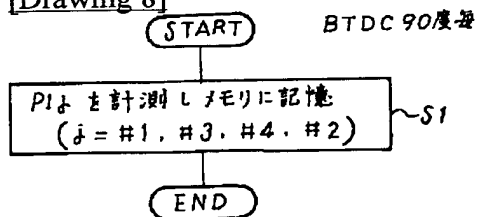
[Drawing 6]



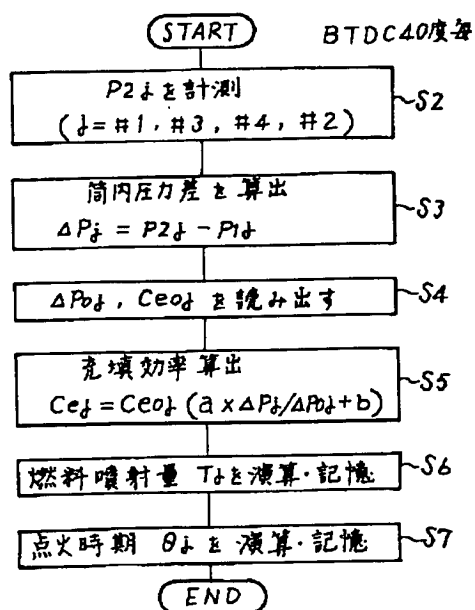
[Drawing 7]



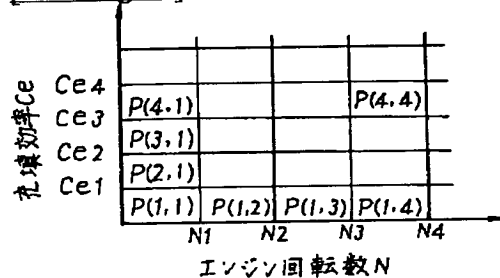
[Drawing 8]



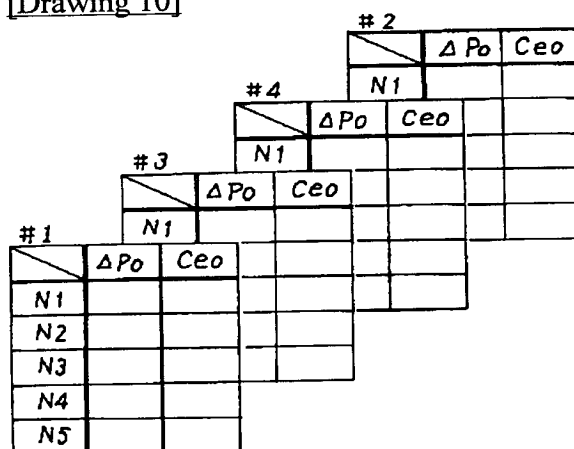
[Drawing 9]



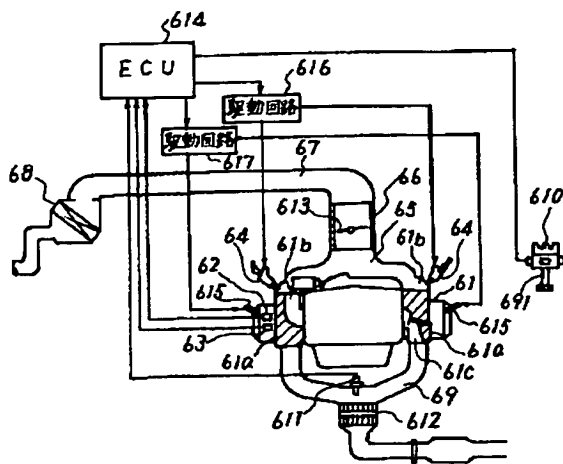
[Drawing 11]



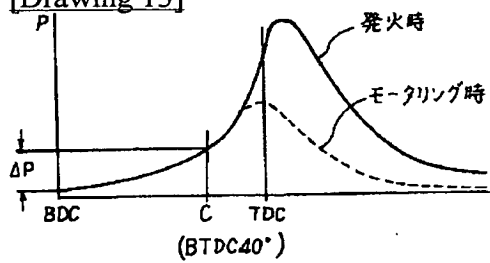
[Drawing 10]



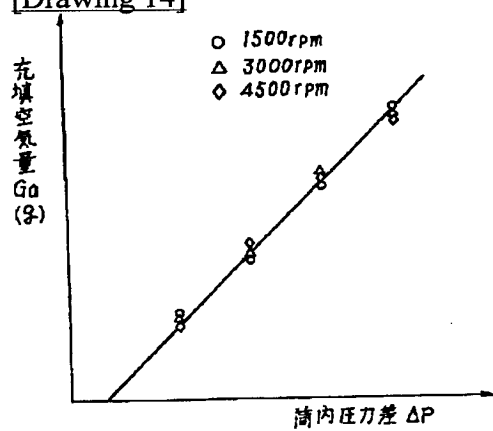
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07035018 A**

(43) Date of publication of application: **03.02.95**

(51) Int. Cl.

F02P 5/152

F02D 41/18

F02D 41/36

F02D 43/00

F02D 45/00

F02D 45/00

F02D 45/00

F02P 5/153

(21) Application number: 05156842

(22) Date of filing: 28.06.93

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(72) Inventor: IZUMI AKIRA
SUKAI MASAKAZU
INOUE HITOSHI
NISHIYAMA RYOJI
KATASHIBA HIDEAKI

(54) ENGINE CONTROLLER

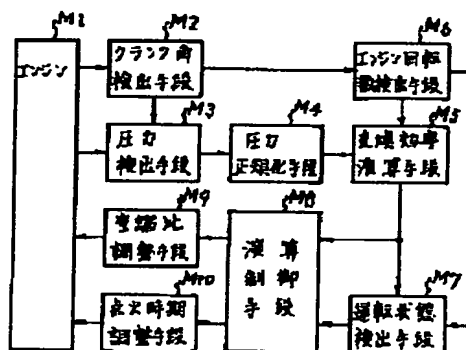
(57) Abstract

PURPOSE: To independently control an air-fuel ratio and ignition timing of each cylinder with high accuracy by determining a value corresponding to a filling air quantity of each cylinder on the basis of an engine speed and a normalized cylinder inner pressure.

CONSTITUTION: A pressure detector M3 measures a cylinder inner pressure at a predetermined crank angle in each cylinder on the basis of an output signal from a crank angle detector M2. A pressure normalizer M4 normalizes the cylinder inner pressure by a reference cylinder inner pressure obtained in a reference state of an engine M1. Meanwhile, an engine speed detector M6 detects a speed of the engine M1 based on another output signal from the detector M2. A calculation controller M8 calculates and controls an air-fuel ratio and ignition timing of each cylinder of the engine M1 on the basis of output signals from means 5, 7. An air-fuel ratio adjustor M9 regulates a fuel injection quantity of the engine M1 based on an air-fuel control signal output from the controller M8, thereby adjusting an air-fuel ratio of each cylinder. An ignition timing adjustor M10 adjusts an ignition timing of each cylinder of the

engine M1 on the basis of an ignition timing control signal output from the controller M8.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-35018

(43) 公開日 平成7年(1995)2月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 P 5/152				
F 0 2 D 41/18	E	8011-3G		
41/36	A	8011-3G		
43/00	3 0 1 B			

F 0 2 P 5/15

D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-156942

(22) 出願日 平成5年(1993)6月28日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 出水 昭

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会社姫路製作所内

(72) 発明者 須貝 昌和

姫路市定元町6番地 三菱電機エンジニアリング株式会社姫路事業所内

(72) 発明者 井上 仁志

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社産業システム研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 守

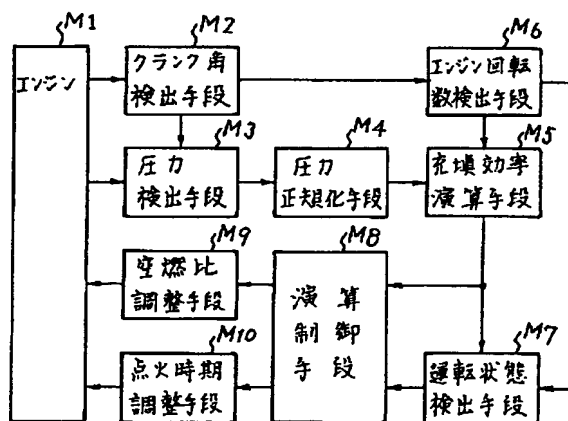
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン制御装置

(57) 【要約】

【目的】 筒内圧センサの取付の不適當さや、エンジン動作点に変化した場合等に、筒内圧検出値が不正確となり、このため空燃比や点火時期が不適當になっていたのを解決すること。

【構成】 エンジンM1の各気筒毎に設けられたクランク角検出手段M2と、このM2のクランク角信号に応じてその気筒の筒内圧を検出する手段M3と、この検出値をエンジンの基準状態での筒内圧を用いて正規化する手段M4と、エンジン回転数検出手段M6と、前記M4とM6の出力から各気筒毎の充填効率を演算する手段M5と、前記M5とM6の出力を運転状態として検出する手段M7と、この運転状態から空燃比と点火時期を各気筒毎に独立して演算する手段M8と、M8の出力に基づいて空燃比と点火時期を調整する手段M9、M10とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の気筒を有するエンジンと、これらエンジンの所定のクランク角を検出するクランク角検出手段と、このクランク角検出手段の出力信号に基づいて前記各気筒の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、この筒内圧を予め求められた所定の基準状態における筒内圧によって正規化する圧力正規化手段と、エンジン回転数検出手段と、このエンジン回転数検出手段によって求められたエンジン回転数と前記圧力正規化手段で正規化された筒内圧とから各気筒毎の充填空気量に対応する値を求め手段と、この手段で求められた値と前記エンジン回転数とを運転状態として検出する運転状態検出手段と、この運転状態を基に各気筒毎の空燃比と点火時期を独立して演算する演算制御手段と、この演算制御手段で求められた空燃比に基づいてエンジンの空燃比を調整する空燃比調整手段と、この演算制御手段で求められた点火時期に基づいてエンジンの点火時期を調整する点火時期調整手段とを有してなるエンジン制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載のエンジン制御装置に、さらに点火気筒の番号を識別する信号を発生する気筒識別用クランク角検出手段が備えられたエンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、エンジンの空燃比制御と点火時期制御を行なうに際し、燃焼室の圧力（以下、筒内圧と記す）から燃焼噴射量と燃料噴射時期および点火時期を演算し制御するエンジン制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から機関の燃焼室の圧力を検出して、機関への吸入空気量を算出し、これを基に燃料噴射量や点火時期を求めるエンジン制御が案出されている。この筒内圧から燃料噴射量を求めるエンジン制御装置の構成は例えば特開平1-253543号に開示されており、これを図12に示す。図12において、61はエンジン本体でありシリンダヘッド61aに筒内圧センサ62と筒内温度センサ63の検知部が上記気筒の燃焼室に露呈されている。

【0003】また、上記エンジン本体61の各気筒に連通する吸気ポート61bにインジェクタ64が配置されており、さらにこの吸気ポート61bが吸気マニホールド65を介してスロットルチャンバ66に連通されている。このスロットルチャンバ66の上流側が吸気管67を介してエアクリーナ68に連通されている。また、上記エンジン本体61の図示しないカムシャフトに接続するディストリビュータ691に各気筒の予め設定されたクランク角を検出するタイミングセンサ（クランク角センサ）610が設けられている。

【0004】一方、上記エンジン本体61の排気ポート

61cに連通する排気マニホールド69の合流部に空燃比センサ611が配置されている。612は触媒コンバータ、613はスロットルバルブである。614は制御装置（以下、ECUと記す）で、例えばCPU、ROM、RAM入力インターフェイス等からなるマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）で構成され、このECU614の入力側に、上記筒内圧センサ62、筒内温度センサ63、タイミングセンサ610、空燃比センサ611が接続されている。さらに、このECU614の出力側に駆動回路616を介して上記インジェクタ64が接続されている。また、615は点火プラグであり、シリンダヘッド61aに配置されており、上述したECU614の出力側に駆動回路617を介して接続されている。

【0005】次に、吸入空気量算出手法について説明する。上述したECU614内における気筒毎の吸入空気量Gaの演算は例えば次式によって行われる。

$$Ga = (P \times V) / (R \times T)$$

ここで、Pはタイミングセンサ610に基づいて各気筒の圧縮行程中の予め設定された所定のクランク角度（例えば、上死点TDCを基準として上死点前90度、なお以下、BTDC90度と記す）を判定し、このクランク角度における筒内圧である。Vはこの所定クランク角度における燃焼室内容積であり、Rは圧縮行程中のガス定数、Tは筒内温度センサで計測した筒内ガス温度である。この公報に記載されたところによれば、筒内圧から吸入空気量を求める場合、筒内圧のみからでは筒内吸気温度による影響を補正できないので、筒内吸気温度をも吸入空気量算出の要素としたとある。

【0006】一方、筒内圧を基に吸入空気量を求めるエンジン制御装置として、上記とは吸入空気量算出法を異にしたタイプのものが存在する。例えば、特開昭59-221433号公報によれば、図13に示すように圧縮下死点（BDC）と圧縮上死点前40度（BTDC40度）での筒内圧力差を ΔP とすると、エンジンへの充填空気量Gaと筒内圧力差 ΔP とは、図14に示すような線形関数が成立する。この関係に基づいて、圧縮行程中の2点の所定クランク角における筒内圧力差 ΔP から吸入空気量を算出する方法が開示されている。この公報のものでは上記特開平1-253543号公報のものとは異なり、筒内吸気温度を参照する必要はない。

【0007】また、特開昭60-47836号公報によれば、上記筒内圧差 ΔP とエンジン回転数Nをパラメータとした予めECUのROM内に記憶された燃料噴射時間の2次元マップテーブルにより燃料噴射時間を求める方法もある。この方法によれば同一の筒内圧でも様々なエンジン回転数によって充填空気量に変化することを補償することができる。以上のようなエンジンの充填空気量の算出をECU614で実行する。この空気量算出結果に基づいて燃料噴射パルス幅を下式で算出する。

$$T_i = K \times G_a \times K_{FB} \times K_e$$

ここで、 K は空燃比定数、 K_{FB} は空燃比フィードバック補正量、 K_e は筒内温度センサや冷却水温センサに基づいて燃料噴射パルス幅を補正する補正係数である。

【0008】さらに特開昭59-103965号公報によれば、筒内圧の絶対値を下死点後40度(ABDC40度)で測定し、筒内圧値とエンジン回転数により決定する運転状態毎に、燃料噴射量だけでなく、それぞれ予め定められた点火時期の2次元マップにより点火時期をECUで決定し、駆動回路に信号を送り、点火コイルを駆動し、点火時期を制御している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のエンジン制御装置は以上のように構成されているので、圧縮行程期間中の所定のクランク角での筒内圧力、または2点のクランク角での筒内圧力差を用いて吸入空気量を検出するため、エンジンの動作点が変わった場合には吸入空気の圧力脈動によって検出精度が低下し、これにより空燃比制御精度や点火時期制御精度が低下するという問題点があった。また上記した燃料噴射制御や点火時期制御は全ての気筒を一括して行なわれていたため、吸入空気通路の制約により気筒毎に充填される空気量が変わった場合には各気筒間の空燃比のばらつきが大きくなるなどの問題点があった。

【0010】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、エンジンの動作点が変わった場合においても各気筒に充填される空気量を精度良く検出し、高精度に空燃比と点火時期を各気筒毎に独立して制御できるエンジン制御装置を得ることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明では、複数の気筒を有するエンジンと、これらエンジンの所定のクランク角を検出するクランク角検出手段と、このクランク角検出手段の出力信号に基づいて前記各気筒の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、この筒内圧を予め求められた所定の基準状態における筒内圧によって正規化する圧力正規化手段と、エンジン回転数検出手段と、このエンジン回転数検出手段によって求められたエンジン回転数と前記圧力正規化手段で正規化された筒内圧とから各気筒毎の充填空気量に対応する値を求める手段と、この手段で求められた値と前記エンジン回転数とを運転状態として検出する運転状態検出手段と、この運転状態を基に各気筒毎の空燃比と点火時期を独立して演算する演算制御手段と、この演算制御手段で求められた空燃比に基づいてエンジンに空燃比を調整する空燃比調整手段と、この演算制御手段で求められた点火時期に基づいてエンジンの点火時期を調整する点火時期調整手段とを有してなるエンジン制御装置によって上記課題を解決する。

【0012】

【作用】複数のエンジンにおけるクランク角検出手段によって検出された所定のクランク角に基づいて、筒内圧検出手段で各気筒の筒内圧を検出する。この筒内圧をエンジンの所定の基準状態における筒内圧値を用いて各気筒毎に正規化することによってエンジンの動作点が変わったり、気筒毎に充填空気量に変化が生じた場合でも適性な筒内圧力値が得られる。この正規化された筒内圧とエンジン回転数とから各気筒毎の充填空気量に対応する値を求める。そして、この充填空気量に対応する値と前記エンジン回転数とを運転状態として認識し、この運転状態を基に演算制御手段によって空燃比と点火時期とを各気筒毎に独立して演算し、これによって得られた結果を基に空燃比を空燃比調整手段によって調整すると共に点火時期を点火時期調整手段によって調整する。

【0013】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1において、M1は複数の気筒を有するエンジン、M2はこのエンジンM1のクランク角を検出するクランク角検出手段、M3はエンジンM1の各燃焼室に接続され、クランク角検出手段の出力信号に基づいて各気筒の所定のクランク角での筒内圧を計測する圧力検出手段、M4はこの圧力検出手段M3で計測した圧力をエンジンM1の基準状態で得られる基準筒内圧で正規化する圧力正規化手段、M6はクランク角検出手段M2に接続され、このクランク角検出手段M2の出力信号に基づいてエンジンM1の回転数を検出するエンジン回転数検出手段、M5は圧力正規化手段M4とエンジン回転数検出手段M6の出力信号に基づいてエンジンM1の各気筒に充填される空気量を演算算出する充填効率演算手段、M7はこのエンジン回転数検出手段M6と充填効率演算手段M5に接続され、両手段の出力信号に基づいてエンジンM1の運転状態を検出する運転状態検出手段、M8はこの運転状態検出手段M7と充填効率演算手段M5の出力信号に基づいてエンジンM1の気筒毎の空燃比および点火時期を演算制御する演算制御手段、M9はこの演算制御手段M8の空燃比制御信号に基づいてエンジンM1の燃料噴射量を調節し空燃比を気筒毎に調整する空燃比調整手段、M10は演算制御手段M8の点火時期制御信号に基づいてエンジンM1の気筒毎の点火時期を調整する点火時期調整手段である。

【0014】図2は図1を具体化したこの発明の一実施例を示す構成図である。図において、1はエンジン本体で、気筒#1、#2、#3、#4を有する4気筒の場合を例示している。シリンダヘッド2には筒内圧センサ8と点火プラグ9が各気筒に配設されており、この筒内圧センサ8の検知部が上記気筒の燃焼室に連通されている。また、上記エンジン本体1の各気筒に連通する吸気ポートにインジェクタ7が配設されており、さらにこの吸気ポートが吸気マニホールド4を介してスロットルボディ

ィ5に連通されている。このスロットルボディ5には、スロットル弁6が配設されている。また、上記エンジン本体1の図示しないクランクシャフトに各気筒の予め設定されたクランク角を検出するクランク角センサ10が設けられている。クランク角センサ10はクランク角の単位角度毎（例えば1度毎）に単位角度信号を出力する。

【0015】一方、排気マニホルド3に空燃比センサ12が配置されている。また、シリンダヘッド2内の図示しないカムシャフトに連動する気筒識別用クランク角センサ11が配置されている。このクランク角センサ11はクランク角の基準位置毎に気筒識別信号と点火制御用の点火周期信号を発生する。13は制御手段としてのECUであり、例えばCPU、ROM、RAM、A/D変換器、入出力等を有するマイコン14と、筒内圧センサ8の出力信号を増幅しマイコンのA/D変換器に伝達する筒内圧信号入力回路等からなる入力インターフェース（以下、入力I/Fと記す）15と、インジェクタ7と図示しない点火コイルを介して点火プラグ9を駆動する出力インターフェース（以下、出力I/Fと記す）16等から構成されている。このECU13には上記筒内圧センサ8、クランク角センサ10、11、空燃比センサ12が入力され、この入力信号に基づいて所定の演算を行って運転状態が検出され、ECU13の出力I/F16を介してインジェクタ7と点火プラグ9へ燃料噴射信号と点火信号を出力し、空燃比と点火時期を制御する。

【0016】この一実施例の燃焼室内の圧力を検出する筒内圧センサ8とその取付状況を図3に示す。図3はエンジン本体1の断面図であり同図において前述の図2と同一の部分には同一の符号を付している。この図3において、2はシリンダヘッド、21はシリンダブロック、23はピストン、8は筒内圧センサであり、これらはシリンダブロック21に装着されている。また、26は筒内圧センサ8の圧力検出部であり、エンジンの燃焼室24に連通する導圧部25に露呈しており、燃焼圧力に比例した出力を発生するように構成されている。この圧力検出部26は例えば金属製ダイヤフラム内に封入したシリコンオイル等を介して、図示しない圧力変換素子に接続され筒内圧を計測する。この圧力変換素子としては半導体圧力センサを用いているが、圧電素子等を用いてもよい。

【0017】次に、この発明における空燃比、および点火時期の制御原理を説明する。図4に4ストロークサイクル4気筒エンジンのクランク角度と筒内圧の関係を示す。ここで、同図のAはエンジン回転数1500rpm、吸気管圧力-300mmHgの場合の筒内圧である。また、Bはエンジン回転数1500rpm、吸気管圧力-400mmHgの場合を示す。 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は圧縮行程中の所定のクランク角度であり、 $\theta 1$ は吸気弁が閉じた後のクランク角度で、例えばBTDC90度であ

る。 $\theta 2$ は燃料に点火するよりも前のクランク角度で、例えばBTDC40度である。クランク角度 $\theta 1$ における筒内圧を $P1$ 、 $\theta 2$ における筒内圧を $P2$ とし、上記2点間の筒内圧力差 ΔP を下式で定義する。

$$\Delta P = P2 - P1 \quad (\text{式1})$$

この筒内圧力差 ΔP と充填空気量 G_a は、図14に示すような線形関係にある。

【0018】また、以下の説明では充填空気量 G_a を充填効率 C_e に置き換えて取り扱うこととする。充填効率は空気が標準状態（例えば1気圧、0℃）においてエンジンのシリンダ内に充填された時の重量を分母とし、実際の運転状態でシリンダに充填された空気の重量を分子として求められる値である。この充填効率 C_e と筒内圧力差 ΔP とは線形関係を有する。従って、筒内圧力差 ΔP を計測することにより充填効率 C_e を求めることができる。しかしながら、図5に示すように同一の筒内圧力差 ΔP であってもエンジン回転数が異なれば充填効率 C_e にばらつきを生じたり、絶対圧力値を用いているため各気筒に装着する筒内圧センサの個々の校正が不正確な場合には、充填効率 C_e の測定精度が低下するなどの問題があった。

【0019】そこでこの発明では、それぞれのエンジン回転数毎にエンジンの基準負荷（例えば、吸気管圧力が-300mmHgの時）を定め、これを正規化運転状態とする。次いで、この正規化運転状態で予めエンジンを運転し、基準筒内圧力差 ΔP_o と基準充填効率 C_{eo} を計測して求める。そして、任意の運転状態における筒内圧力差 ΔP と充填効率 C_e を、上記基準筒内圧力差 ΔP_o と基準充填効率 C_{eo} でそれぞれ正規化し、図6に示す一時関数の関係を得る。この任意の運転状態における正規化充填効率（ C_e/C_{eo} ）は下式のように定数 a 、 b を用いた一次関数で表すことができる。

$$(C_e/C_{eo}) = a \times (\Delta P/\Delta P_o) + b \quad (\text{式2})$$

ここで係数 a と b は筒内圧力差 ΔP とエンジン回転数とに基づいて予め実験上求められる値で運転条件を変えて筒内圧力差 ΔP と充填効率 C_e を求め、エンジン回転数毎に予め定めた所定動作点における、正規化基準筒内圧力差 ΔP_o と正規化基準充填効率 C_{eo} を用いて最小2乗法により求値すればよい。

【0020】次に動作について説明する。まず、クランク角センサと筒内圧の関係について説明する。図7

(a)、(b)、(c)、(d)に4ストローク4気筒エンジンのクランク角に対する各気筒の圧力とクランク角センサの信号を示す。同図(a)において、実線はエンジン1の第1気筒#1の圧力波形であり、BDCは下死点、TDCは上死点である。また破線は第3気筒#3、一点鎖線は第2気筒#2、二点鎖線は第4気筒#4のそれぞれ圧力波形である。図7に示すように、4気筒エンジンでは各気筒の燃焼サイクルはクランク角180度の位相差を持っている。なお、図7においては、第1

気筒#1の圧力波形は吸入、圧縮、爆発、排気の1サイクルの行程を連続して記入しているが、第2気筒#2、第3気筒#3、第4気筒#4の圧力波形は、圧縮と爆発の行程のみを記載し、吸入、排気の行程はその記載を省略している。

【0021】クランク角センサ11は図7(b)に示すように各気筒#1〜#4の点火時期に対応して、TDCに対して例えば6度前の位置を基準として180度の周期を例えば110度のLow区間(以下、Lと記す)と70度のHigh区間(以下、Hと記す)に振り分けた点火周期信号と、同図(c)に示す点火周期信号の第1気筒のH区間に対応する区間にH信号を発生し点火気筒の番号を識別する気筒識別信号を発生する。また、クランク角センサ10は同図(d)に示すように単位クランク角度毎(例えば、1度毎)にLとHを交互に繰り返す単位角信号を発生する。

【0022】一般的に点火制御は、この気筒識別信号と点火周期信号を参照して、ここに図示しない点火コイルの通電を制御し各気筒に点火する。即ち、第1気筒#1を例にとると、図7(a)のクランク角180度ないし360度における圧縮行程に対応する点火周期信号のH区間に点火コイルの通電を開始し、TDC近傍でHからLに変化する点火周期信号を参照して、所定の点火時期に点火コイルの通電を遮断し、これによって発生する高電圧を点火プラグ9に印加し着火させる。

【0023】これに対応して、図7(a)に実線で示すように筒内圧はクランク角360度ないし540度における爆発行程で着火し、燃焼圧力が増大する。以下、同様にして、180度周期で着火順序#1→#3→#4→#2と燃焼サイクルが繰り返される。また燃料制御は同図(a)のクランク角0度ないし180度における吸入行程に対応する点火周期信号のLからHに変化するタイミングを参照して、所定の燃料噴射量に対応する開弁時間信号をインジェクタ7に出力し、燃料を噴射して空燃比を調整する。

【0024】次に、各気筒の吸入空気量の検出方法と、空燃比、点火時期の制御方法について説明する。本実施例は各気筒の圧縮行程中の2点の圧力を計測し、その圧力差から吸入空気量を気筒別に検出するものである。図8、図9にECU13内のマイコン14の演算フローチャートを示す。吸入空気量の演算はクランク角センサ11の気筒識別信号と、クランク角センサ10の単位クラ

$$C_{ej} = C_{eo j} (a \times \Delta P_j / \Delta P_{oj} + b) \quad (\text{式4})$$

ここで、上記式4は前述した式2の基準充填効率 C_{eo} を右辺に移項したものであり、ステップS3で式3を用いて算出した筒内圧力差 ΔP_j と、ステップS4で読み出された正規化運転状態での基準筒内圧力差 ΔP_{oj} および基準充填効率 $C_{eo j}$ と、実験で求めた係数 a 、 b を代入し、充填効率 C_{ej} を算出する。このようにして算出された充填効率 C_{ej} と上記クランク角センサから

*ンク角信号を用いて、各気筒の圧縮行程中のクランク角 $\theta 1$ と $\theta 2$ が識別され、クランク角 $\theta 1$ ではECU13の入力I/F15を介してマイコン14に割り込み信号が発生し、割り込み処理ルーチンとして図8のフローが実行され、クランク角 $\theta 2$ では同様に割り込み処理として図9のフローが実行される。

【0025】まず、エンジン1が回転しクランク角が $\theta 1$ (例えば、BTDC90度)に到達すると図8のフローが実行され、ステップS1において $\theta 1$ における筒内圧 P_{1j} が筒内圧センサ8の出力を入力I/F15を介してマイコン14内のA/D変換器で計測され、マイコン14内のメモリに気筒毎に設けられた図示しないメモリ $P_{1\#1}$ 、 $P_{1\#3}$ 、 $P_{1\#4}$ 、 $P_{1\#2}$ にストアされる。ここで、 P_{1j} の添字 j は気筒番号($j = \#1$ 、 $\#3$ 、 $\#4$ 、 $\#2$)であり、図7で説明したように各気筒の圧縮行程はクランク角180度の位相差で周期的に繰り返されるので、クランク角センサ10の気筒識別番号を参照して気筒番号に対応した筒内圧センサ8が選択され、各気筒の $\theta 1$ での筒内圧 P_{1j} がA/D変換され順次上記メモリに記憶され、このルーチンでの処理を終了する。

【0026】次いで、クランク角が $\theta 2$ (例えば、BTDC40度)に到達すると図9のフローが実行され、ステップS2において $\theta 2$ における筒内圧 P_{2j} が上記図8のフローと同様に気筒番号に対応してA/D変換される。次に、ステップS4に移り、図10に示すマイコン14内のメモリに設けられたマップテーブルから基準筒内圧力差 ΔP_{oj} と基準充填効率 $C_{eo j}$ を読み出す。このマップテーブルの縦軸はエンジン回転数 N に対応して N_1 、 N_2 、 $N_3 \dots$ と区分されており、横軸は上記エンジン回転数毎に基準負荷(例えば、吸気管圧力が -300 mmHg の時)を定め、この運転状態で計測した基準筒内圧力差 ΔP_{oj} と基準充填効率 $C_{eo j}$ が各気筒毎に独立して記憶設定されている。ここで、エンジン回転数 N は図示しない手順でクランク角センサ11の所定角度区間の周期をマイコン14内のタイマを用いて計測し算出するように構成されており、上記テーブルから回転数に応じて縦軸を検索し、現在の回転数に対応した上記基準値がルックアップされる。

【0027】次に、ステップS5に進み、充填効率 C_{ej} が下式を用いて算出される。

検出した回転数 N を用いて運転状態が判定され、後述する空燃比および点火時期の演算に用いられる。

【0028】次にステップS6では、燃料噴射量に対応するインジェクタの開弁パルス幅 T_j を次式を用いて演算・記憶する。

$$T_j = K_i \times C_{ej} \times K_{af} \times K_e + T_d \quad (\text{式5})$$

ここで、 K_i は充填効率 C_e を理論空燃比での燃料噴射

量に対応するパルス幅に変換するインジェクタの燃料吐出量変換係数、 C_{ej} はステップS5で求めた気筒毎の充填効率、 K_{af} は空燃比補正係数、 K_e は空燃比センサ12の出力に基づいて空燃比を補正する空燃比補正係数、 T_d はバッテリー電圧に対して予め定められているインジェクタ作動無駄時間補正值である。

【0029】次に、ステップS7に進み、図11に示すマイコン14内のメモリに設けられたマップテーブルから点火時期 θ_j を読み出す。このマップテーブルの縦軸はステップS5で求めた充填効率 C_e を用いており、 C_{e1} 、 C_{e2} 、 C_{e3} と区分されている。また、横軸はエンジン回転数 N であり、 $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ と区分されている。これらの区分でゾーン分けをして、それぞれのゾーンに対応して、点火時期 θ_j をメモリ $P(c, n)$ に割り当てる。ここで、 c と n はメモリ P の縦軸と横軸上のそれぞれの区分番号である。このマップテーブルからエンジン回転数 N と充填効率 C_{ej} で定まるエンジン1の運転状態に応じて最適点火時期 θ_j をルックアップして記憶し、処理を終了する。

【0030】このようにして、気筒番号に対応した気筒毎の燃料噴射量に対応するインジェクタ7の開弁パルス幅 T_j と、最適点火時期 θ_j が演算・算出される。なお、前述したようにマイコン14は各気筒の吸入行程において、クランク角センサ11の気筒識別信号と点火周期信号を参照して、上記開弁パルス幅 T_j に対応する開弁時間信号を出力1/F16を介してインジェクタ7に出力し、燃料を噴射して空燃比を調整すると共に、各気筒の圧縮行程において、上記点火時期 θ_j の時点で出力1/F16を介して図示しない点火コイルの通電を遮断し、これによって発生する高電圧を点火プラグ9に印加し着火させる。

【0031】実施例2

上記実施例1では筒内圧力差 ΔP を求める際に、圧縮行程中の2点のクランク角における筒内圧 $P1$ と $P2$ を用いたが、 $P1$ と $P2$ に対応する圧力は所定クランク角区間の平均値を求め、この平均値の圧力差を用いてもよく、この場合にはノイズ等の外乱を排除して安定に充填効率を計算できる。

実施例3

上記実施例1では気筒毎に独立した充填効率の検出値を用いたが、各気筒毎の検出値に一次デジタルフィルタ等を施したものをを用いてもよく、平均等の統計処理を加えてもよい。

実施例4

上記実施例1ではエンジン回転数検出手段としてクランク角センサの所定角度間の周期を計測するように構成したが、点火コイルの通電信号の周期等を計測してもよい。

【0032】実施例5

上記実施例1ではエンジンの運転状態の項目として負荷

を検出する際に、充填効率を用いたが、スロットル弁の開度や吸気管の圧力等を用いてもよい。

実施例6

上記実施例1では気筒毎に独立に計測した充填効率の検出値を用いて気筒毎に独立して空燃比と点火時期を制御するように構成したが、各気筒の充填効率を平均化したものをを用いて空燃比または点火時期を制御してもよい。更上記実施例では4気筒エンジンの場合について説明したが、これに限定されることなく、その他の気筒数のエンジンにも同様に適用でき、上記実施例と同様の動作をする。

【0033】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば検出された筒内圧が圧力正規化手段によって、正規化された筒内圧に基づいて空燃比と点火時期が調整されるので、エンジン運転状態が変化した場合でも充填空気量に対応する値の検出精度の低下が防止できる。また、各気筒毎に充填空気量に相当する値を検出し、これに基づいて各気筒毎の空燃比および点火時期を独立して制御するので、各気筒に充填される空気量が異なる場合にも正確に空燃比、点火時期を制御でき、ひいては空燃比を高精度に制御することにより常に排気ガスを清浄に保ち、気筒間の出力のばらつきを排除して燃焼効率を改善し、燃費を向上できる。また、この場合において、請求項2に記載の気筒識別用クランク角検出手段で気筒を識別することとすれば、上記した気筒毎の独立した空燃比、点火時期の調整が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】 この発明の一実施例に係るエンジンの具体的な構成を示す図である。

【図3】 この発明の一実施例で使用される筒内圧検出手段を具備したエンジンの気筒の断面を部分的に示す図である。

【図4】 圧縮行程中のクランク角と筒内圧の関係を示す特性図である。

【図5】 筒内圧力差と充填効率の関係を示す特性図である。

【図6】 正規化筒内圧と正規化充填効率の関係を示す特性図である。

【図7】 エンジン行程に対する筒内圧、点火周期信号、気筒識別信号、単位クランク角信号を経時的に示すタイムチャートである。

【図8】 この発明の一実施例によって所定クランク角での筒内圧を検出する過程を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の一実施例によって空燃比と点火時期を求める過程を示すフローチャートである。

【図10】 この発明の一実施例で使用される、回転数

毎の基準筒内圧力差と基準充填効率が記憶された各気筒毎のマッパテーブルを示す図である。

【図11】 この発明の一実施例で使用される、回転数と充填効率とから点火時期を求めるためのマッパテーブルを示す図である。

【図12】 従来のエンジン制御装置の構成図である。

【図13】 従来のエンジン制御装置の動作説明に供するための図である。

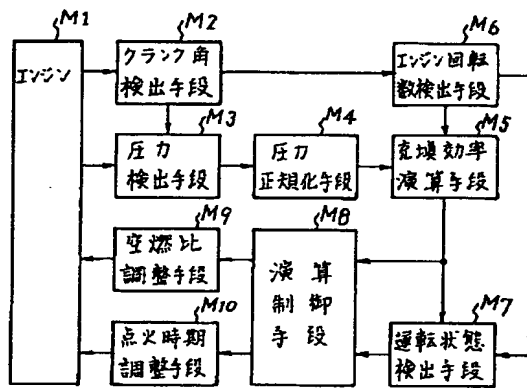
【図14】 従来のエンジン制御装置における筒内圧力差と充填空気量との関係を示す特性図である。

【符号の説明】

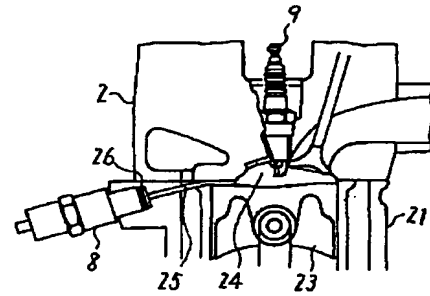
- * M1 エンジン
- M2 クランク角検出手段
- M3 圧力検出手段
- M4 圧力正規化手段
- M5 充填効率演算手段
- M6 エンジン回転数検出手段
- M7 運転状態検出手段
- M8 演算制御手段
- M9 空燃比調整手段
- M10 点火時期調整手段

*

【図1】

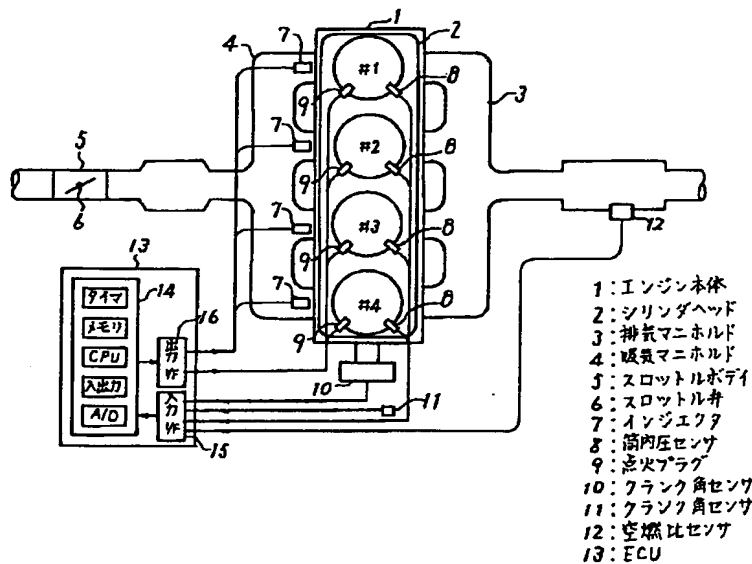


【図3】



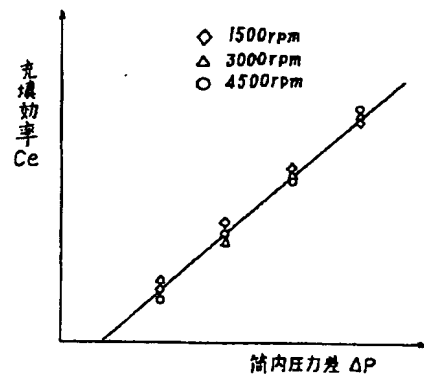
- 2: シリンダヘッド
- 8: 筒内圧センサ
- 9: 点火プラグ
- 21: シリンダブロック
- 23: ピストン
- 24: エンジンの燃焼室
- 25: 進圧部
- 26: 圧力検出部

【図2】

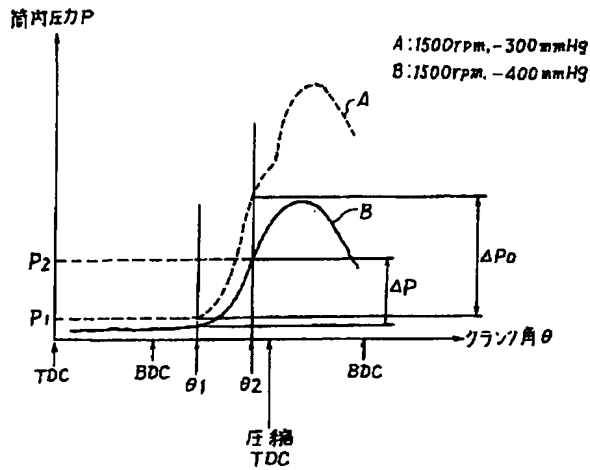


- 1: エンジン本体
- 2: シリンダヘッド
- 3: 排気マニホールド
- 4: 吸気マニホールド
- 5: スロットルボディ
- 6: スロットル弁
- 7: インジェクタ
- 8: 筒内圧センサ
- 9: 点火プラグ
- 10: クランク角センサ
- 11: クランク角センサ
- 12: 空燃比センサ
- 13: ECU

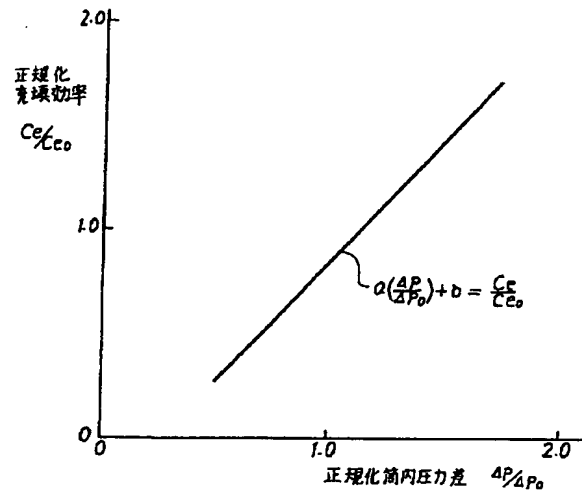
【図5】



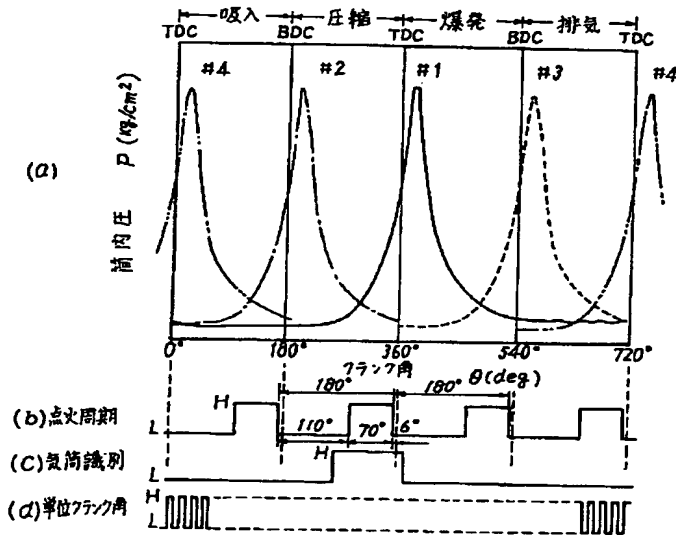
【図4】



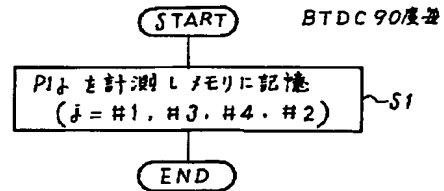
【図6】



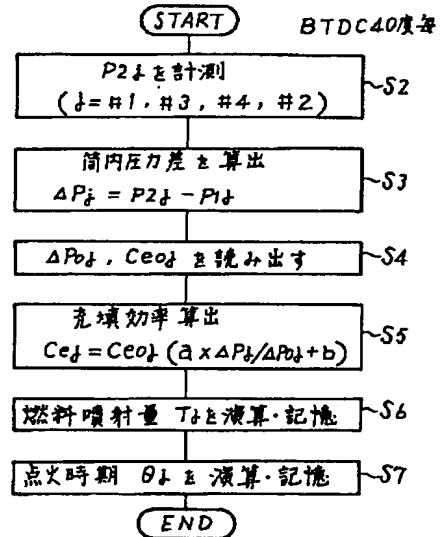
【図7】



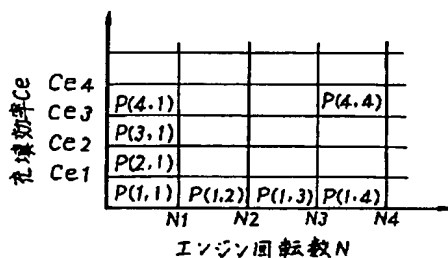
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

						# 2					
						Δ P _o			Ceo		
						N1					
			# 4			Δ P _o			Ceo		
			N1								
			# 3			Δ P _o			Ceo		
			N1								
# 1			N1								
Δ P _o			Ceo								
N1											
N2											
N3											
N4											
N5											

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 43/00		E		
45/00	3 6 2	K		
	3 6 6	Z		
	3 6 8	S		
F 0 2 P 5/153				

(72)発明者 西山 亮治
 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 片柴 秀昭
 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内